

**DETERMINACIÓN DE LAS ISLAS DE CALOR EN LA CIUDAD DE IBAGUÉ
(TOLIMA-COLOMBIA) ENTRE 1999 Y 2015**

AURA CRISTINA ARDILA FLÓREZ

**Trabajo de grado como requisito parcial para optar al título de
Ingeniero forestal**

Director

URIEL PÉREZ GOMEZ

Ph.D.(c) en Cartografía, Sistemas de Información Geográfico y Teledetección

**UNIVERSIDAD DEL TOLIMA
FACULTAD EN INGENIERÍA FORESTAL
INGENIERÍA FORESTAL
IBAGUÉ-TOLIMA
2017**

COMITÉ DE INVESTIGACIONES				
ACTA DE SUSTENTACIÓN TRABAJO DE GRADO				
(Acuerdo Consejo de Facultad Ingeniería Forestal 355 de 2013)				
TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO <i>Determinación de las islas de calor urbano entre 1999 y 2015 para la ciudad de Ibagué (Tolima, Colombia)</i>				
NOMBRE DEL (LOS) ESTUDIANTE(S): <i>Aura Cristina Andila Flores</i>				
DIRECTOR <i>Uriel Pérez</i>				
NOMBRE Y NIVEL DE FORMACIÓN JURADO 1 <i>Leonardo Ordóñez Exp.</i>				
CALIFICACIÓN JURADO 1	Informe Escrito (55%)	<i>4.9</i>	Sustentación (35%)	<i>4.8</i>
NOMBRE Y NIVEL DE FORMACIÓN JURADO 2 <i>Doris Serrano, Ph(C)</i>				
CALIFICACIÓN JURADO 2	Informe Escrito (55%)	<i>4.5</i>	Sustentación (35%)	<i>4.7</i>
CALIFICACIÓN PONDERADA		Jurado 1	<i>4.9</i>	Jurado 2
			<i>4.6</i>	
CALIFICACIÓN FINAL	<i>4.8</i>	Reprobado		Aprobado
Sobresaliente		Meritorio	<input checked="" type="checkbox"/>	Laureado
RANGOS DE EQUIVALENCIA:				
Calificación menor de tres cero (3.0)		REPROBADO		
Calificación entre tres cero (3.0) y tres nueve (3.9)		APROBADO		
Calificación entre cuatro cero (4.0) y cuatro cuatro (4.4)		SOBRESALIENTE		
Calificación entre cuatro cinco (4.5) y cuatro nueve (4.9)		MERITORIO		
Calificación de cinco cero (5.0)		LAUREADO		
OBSERVACIONES				
FIRMAS				
 NOMBRE Y FIRMA JURADO 1		 NOMBRE Y FIRMA JURADO 2		
 COORDINADOR INVESTIGACIONES				
CIUDAD: <i>Ibagué</i>		FECHA DE SUSTENTACIÓN: <i>Enero 23/2018</i>		

AGRADECIMIENTOS

A Dios

A mis padres Joaquin Ardila y Amparo Flórez

A mi hermana Claudia Andrea Ardila

A la Facultad de Ingeniería Forestal

Al Grupo de Investigación de Cuencas Hidrográficas

Y al Ingeniero Uriel Pérez Gómez

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	10
1. OBJETIVOS	12
1.1 OBJETIVO GENERAL	12
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
2. MARCO TEÓRICO	13
2.1 CAMBIO CLIMÁTICO	13
2.2 EL CRECIMIENTO URBANO, LA TEMPERATURA DE SUPERFICIE Y LA TELEDETECCIÓN	13
2.3 ISLAS DE CALOR URBANO	15
2.4 ÍNDICE DE VEGETACIÓN DE DIFERENCIA NORMALIZADA (NDVI)	16
2.5 ÍNDICE DE VEGETACIÓN AJUSTADO AL SUELO (SAVI)	16
2.6 ÍNDICE DE DIFERENCIA NORMALIZADA EDIFICADA (NDBI)	17
2.7 CORRECCIONES RADIOMÉTRICAS	17
3. ÁREA DE ESTUDIO	18
4. METODOLOGÍA	21
4.1 FASE 1: ENTRADA	22
4.1.1 Materiales	22
4.2 FASE 2: PROCESAMIENTO	23
5.2.1 Corrección radiométrica.	23
4.3 FASE 3: SALIDA	25
4.3.1 Índices temáticos	25
5. RESULTADOS	27
5.1 TEMPERATURA DE SUPERFICIE	27

5.2 NDVI.....	32
5.3 SAVI.....	36
5.4 NDBI.....	39
5.5 EFECTOS DE CAMBIO DE LA OCUPACIÓN DEL SUELO SOBRE LA TEMPERATURA DE SUPERFICIE.....	43
5.6 DETERMINACIÓN DE LAS ISLAS DE CALOR URBANO.....	44
 6. CONCLUSIONES.....	 49
 RECOMENDACIONES.....	 51
 REFERENCIAS	 52

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Temperatura anual entre 1972-2013 de Ibagué.	18
Figura 2. Precipitación anual entre 1972-2013 de Ibagué.	19
Figura 3. Mapa de localización del área de estudio.	20
Figura 4. Esquema metodológico.	21
Figura 5. Mapa de temperatura de superficie de Ibagué para el 1999.	28
Figura 6. Mapa de temperatura de superficie de Ibagué para el 2007.	28
Figura 7. Mapa de temperatura de superficie de Ibagué para el 2015.	29
Figura 8. Aumento de Ts a nivel de comuna entre 1999 y 2015.	29
Figura 9. Diferencia de Ts de superficie entre 2015 y 1999 a nivel de comuna.	30
Figura 10. Ortofoto y Ts de la comuna 2 para el año de 2007.	31
Figura 11. Ortofoto y Ts de la comuna 6 para el año de 2007.	31
Figura 12. Ortofoto y Ts de la comuna 2 para el año de 2007.	32
Figura 13. Mapa de Índice de Vegetación de Diferencia Normalizado de Ibagué para 1999.	33
Figura 14. Mapa de Índice de Vegetación de Diferencia Normalizado de Ibagué para 2007.	34
Figura 15. Mapa de Índice de Vegetación de Diferencia Normalizado de Ibagué para 2015.	35
Figura 16. Histograma de Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI)....	35
Figura 17. Disminución del índice de Vegetación de Diferencia Normalizado (NDVI)..	36
Figura 18. Disminución del Índice de Vegetación Ajustado al Suelo de 2015 – 1999..	37
Figura 19. Mapa de Índice de Vegetación Ajustado al Suelo para 1999 de Ibagué.	38
Figura 20. Mapa de Índice de Vegetación Ajustado al Suelo para 2007 de Ibagué.	38
Figura 21. Mapa de Índice de Vegetación Ajustado al Suelo para 2015 de Ibagué. ...	39
Figura 22. Aumento del Índice de Diferencia Normalizado Edificado de 2015 – 1999.	40
Figura 23. Índice de Diferencia Normalizado Edificado para 1999 de Ibagué.	41
Figura 24. Índice de Diferencia Normalizado Edificado para 2007 de Ibagué.	41
Figura 25. Índice de Diferencia Normalizado Edificado para 2015 de Ibagué.	42

Figura 26. Diferencia de temperatura de superficie observada (Ts Obs.) y estimada (Ts Est.) por comuna.....	44
Figura 27. Perfil A-B de la Isla de calor urbana de Ibagué para el 2015.	45
Figura 28. Perfil C-D de la Isla de calor urbana de Ibagué para el 2015.....	46
Figura 29. Perfil E-F de la Isla de calor urbana de Ibagué para el 2015.....	47